Université Sidi Mohammed Ben Abdallah
Faculté des Sciences Dhar El Mehraz-Fès
Département de Physique

EXAMEN d'OPTIQUE GEOMETRIQUE(S2)

SMP, SMC, SMA, SMI

Session de rattrapage – Juillet 2009

Durée : 1h30

Questions de cours (6 points)

On considère un dioptre sphérique de centre C et de sommet S et de rayon $\overline{SC} = R$. Ce dioptre sépare deux milieux d'indices n et n'. Un point objet A est situé sur l'axe optique principal dans le milieu d'indice n, on note sa position par rapport au sommet S par $p = \overline{SA}$ et sa position par rapport au centre C par $x = \overline{CA}$. Le dioptre sphérique donne du point objet A une image A', on note la position de cette image par rapport au sommet S par $p' = \overline{SA'}$ et, sa position par rapport au centre C par $x' = \overline{CA'}$.

1°) Donner la relation de conjugaison du dioptre sphérique avec origine au sommet S.

2°) Donner la relation qui lie p , R et x et celle qui lie p' , R et x'.

3°) Démontrer qu'à partir de la relation de conjugaison avec origine au sommet S, on peut retrouver la relation de conjugaison du dioptre sphérique avec origine au centre C.

EXERCICE N° 1 (7 points)

Un dioptre sphérique de rayon R sépare deux milieux (1) et (2) d'indices n = 3/2 et n' = 4/3.

1°) Exprimer les distances focales objet $\overline{SF} = f$ et image $\overline{SF'} = f'$ ainsi que la vergence V en fonction de n , n' et R.

2°) On donne $R = \overline{SC} = -0{,}10$ m. Calculer numériquement f , f' et V. Le dioptre est-il convergent ou divergent ?

3°) On place un objet $\overline{AB}$ à 0,50 m en avant du dioptre (dans le milieu (1)). Calculer la position $p' = \overline{SA'}$ de l'image ainsi que le grandissement linéaire γ. L'image est telle droite ou renversée ? Quelle est sa nature ?

4°) Faites une construction géométrique avec un tracé des rayons lumineux.

EXERCICE N° 2 (7 points)

On considère deux miroirs sphériques M_1 et M_2 de même rayon R = 1 mètre : M_1 est concave de centre C_1 et de sommet S_1, et M_2 est convexe de centre C_2 et de sommet S_2. Ils ont leurs faces réfléchissantes en regard, leurs sommets étant distants de 2 mètres ($\overline{S_1S_2} = 2$ m). Un objet $\overline{AB}$ est placé au centre C_1 perpendiculairement à l'axe optique principal. Le miroir concave M_1 donne de cet objet $\overline{AB}$ une image $\overline{A_1B_1}$, ensuite le miroir convexe M_2 donne de l'objet $\overline{A_1B_1}$ une image finale $\overline{A'B'}$.

1°) Déterminer la position $\overline{S_1A_1}$ de l'image $\overline{A_1B_1}$ et calculer le grandissement linéaire γ_1. Cette image est-elle droite ou renversée ? Quelle est sa nature ?

2°) Déterminer la position $\overline{S_2A'}$ de l'image finale $\overline{A'B'}$ donnée par le système des deux miroirs. Calculer le grandissement linéaire γ_2 du miroir M_2 . Quelle est la nature de l'image $\overline{A'B'}$? En déduire le grandissement total γ de ce système optique. L'image finale est-elle droite ou renversée ?

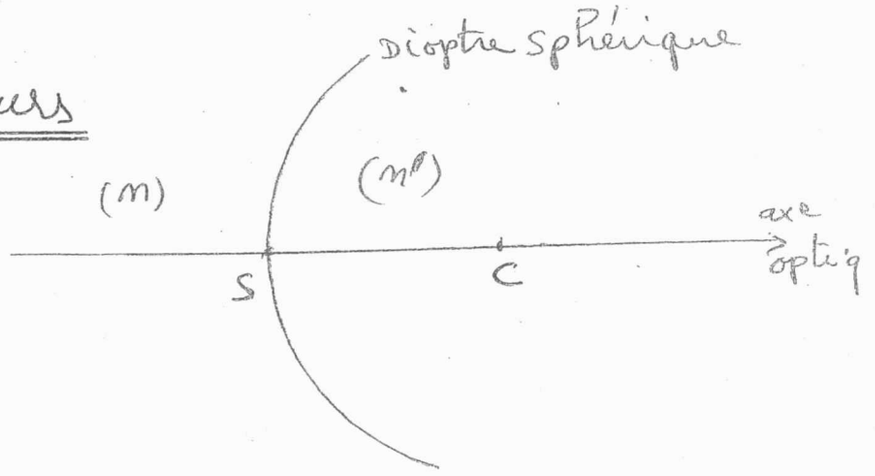
3°) Faites une construction géométrique avec un tracé des rayons lumineux.

Solution de l'examen d'optique

Filières SMP, SMC, SMA, SMI.

Session de rattrapage - Juillet 2009

Questions de cours



1°/ Relation de conjugaison avec origine au sommet S:

Elle s'écrit :

$$\boxed{\frac{n}{\overline{SA}} - \frac{n'}{\overline{SA'}} = \frac{n-n'}{\overline{SC}}} \quad (a)$$

On pose:

$p = \overline{SA}$ = position du point objet A/sommet S,

$p' = \overline{SA'}$ = position du point image A'/sommet S,

$\overline{SC} = R$ = rayon algébrique du dioptre

La relation (a) s'écrit aussi

$$\boxed{\frac{n}{p} - \frac{n'}{p'} = \frac{n-n'}{R}} \quad (a)$$

1,5 point

2°/ La position du point objet A par rapport au sommet S s'écrit en utilisant la relation de chasles:

$$\overline{SA} = \overline{SC} + \overline{CA}$$

d'où la première relation qui lie p, R et x:

$$\boxed{p = R + x} \quad (b)$$

1,5 point

De même la position du point image A' par rapport au sommet S du dioptre, s'écrit en utilisant la relation de Chasles :

$$\overline{SA'} = \overline{SC} + \overline{CA'}$$

d'où la deuxième relation qui lie p', R et x' :

$$\boxed{p' = R + x'} \quad (c)$$

(1,5 point)

3°/ <u>Relation de conjugaison d'un dioptre sphérique avec origine au centre C.</u>

On porte (b) et (c) dans la relation de conjugaison (a), on obtient :

$$\frac{n}{R+x} - \frac{n'}{R+x'} = \frac{n-n'}{R}$$

on réduit au même dénominateur, puis on développe les calculs, on aura :

$$\frac{n(R+x') - n'(R+x)}{(R+x)(R+x')} = \frac{n-n'}{R}$$

$$\Leftrightarrow \left[n(R+x') - n'(R+x)\right] R = (n-n')(R+x)(R+x')$$

après simplification, on obtient l'équation :

$$\Leftrightarrow \quad Rn'x' - Rnx = (n-n')x.x'$$

$$R\,n'x' - R\,n\,x = (n-n')\,x\,x'$$

On divise les deux membres de cette dernière équation par $R \cdot x \cdot x'$, on obtient alors la relation de conjugaison d'un dioptre sphérique avec origine au centre C :

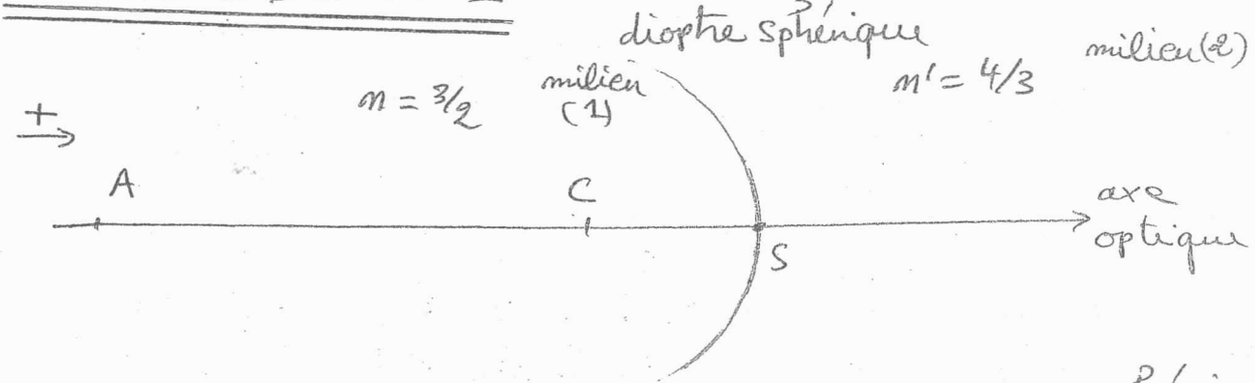
$$\boxed{\frac{n}{x'} - \frac{n'}{x} = \frac{n'-n}{R}}$$

(1,5 point)

soit :

$$\boxed{\frac{n}{\overline{CA'}} - \frac{n'}{\overline{CA}} = \frac{n-n'}{\overline{CS}}}$$

EXERCICE N°1



La relation de conjugaison de ce dioptre sphérique avec origine au sommet S s'écrit : $\frac{n}{\overline{SA}} - \frac{n'}{\overline{SA'}} = \frac{n-n'}{\overline{SC}}$

Elle s'écrit aussi $\frac{n}{p} - \frac{n'}{p'} = \frac{n-n'}{\overline{SC}}$ avec $p = \overline{SA}$ et $p' = \overline{SA'}$.

1°/ Distance focale objet : $f = \overline{SF}$

Elle est telle que $p' = \overline{SA'} \to \infty \Rightarrow p = \overline{SF}$, on a donc :

$$\frac{n}{\overline{SF}} - \frac{n'}{\infty} = \frac{n-n'}{\overline{SC}}$$

d'où

$$\overline{SF} = f = \frac{n\,\overline{SC}}{n - n'} = \frac{n.R}{n - n'}$$

1 point

Distance focale image $f' = \overline{SF'}$

Elle est telle que $p = \overline{SA} \to \infty \Rightarrow p' = \overline{SF'}$, on a donc :

$$\frac{n}{\infty} - \frac{n'}{\overline{SF'}} = \frac{n - n'}{\overline{SC}}$$

d'où :

$$\overline{SF'} = f' = \frac{n'\,\overline{SC}}{n' - n} = \frac{n'.R}{n' - n}$$

1 point

Vergence V du dioptre sphérique :

$$V = \frac{n' - n}{\overline{SC}} = \frac{n' - n}{R}$$

1 point

2°/ Applications numériques :

on trouve $f = \overline{SF} = -0{,}90\ m$

$f' = \overline{SF'} = +0{,}80\ m$

et $V = 1{,}66\ m^{-1} = 1{,}66\ \delta$

1 point

La vergence est positive, le dioptre est donc convergent.

3°/ Position du point image A'

on a la relation de conjugaison : $\frac{n}{\overline{SA}} - \frac{n'}{\overline{SA'}} = \frac{n-n'}{\overline{SC}}$

que l'on peut écrire aussi : $\frac{n'}{\overline{SA'}} = \frac{n}{\overline{SA}} + \frac{n'-n}{\overline{SC}}$

d'où :

$$p' = \overline{SA'} = \frac{n\,\overline{SA}\cdot\overline{SC}}{n\overline{SC} - \overline{SA}(n-n')} = \frac{n.P.R}{nR - p(n-n')} = -1m$$

1 point

Grandissement linéaire γ :

on a :

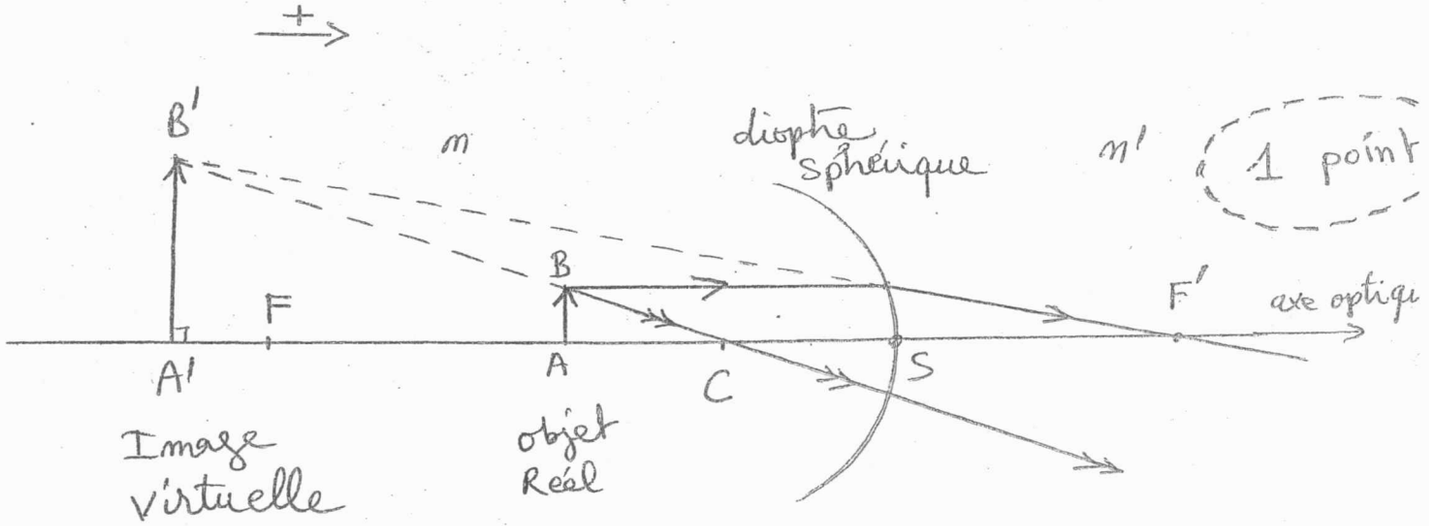
$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n}{n'}\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = \frac{9}{4} = 2,25$$

γ est positif $\Rightarrow$ l'image A'B' est droite

L'image $\overline{A'B'}$ est située dans l'espace objet, elle est donc virtuelle.

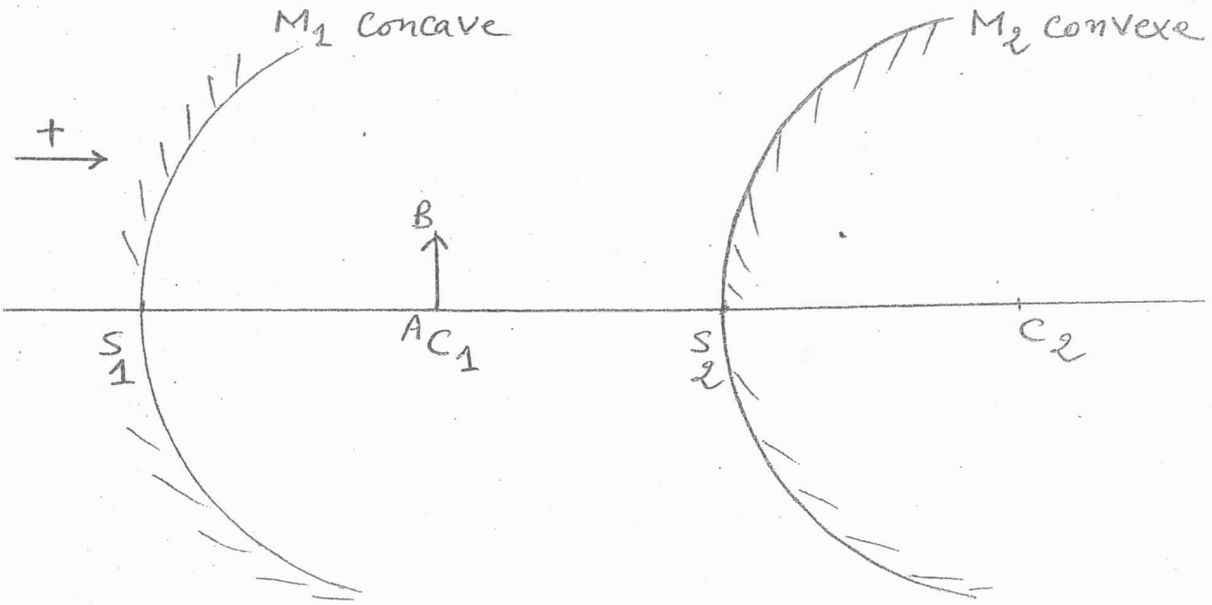
1 point

4°/ Construction géométrique



1 point

EXERCICE N°2



1/ Position de l'image $\overline{A_1B_1}$

On écrit la relation de conjugaison d'un miroir sphérique avec origine au sommet S :

$$\frac{1}{\overline{S_1A}} + \frac{1}{\overline{S_1A_1}} = \frac{2}{\overline{S_1C_1}} = \frac{2}{R}$$

d'où :

$$\boxed{\overline{S_1A_1} = \frac{\overline{S_1A} \cdot \overline{S_1C_1}}{2\overline{S_1A} - \overline{S_1C_1}} = \frac{1 \times 1}{2 - 1} = 1\,m}$$

1 point

L'image $\overline{A_1B_1}$ se trouve au centre C_1 du miroir M_1.
Elle est dans le même plan que l'objet $\overline{AB}$.

Grandissement linéaire γ_1 du miroir M_1

on a :

$$\boxed{\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{S_1A_1}}{\overline{S_1A}} = -1}$$

1 point

γ_1 est négatif donc l'image $\overline{A_1B_1}$ est renversée.
On peut avoir cette image sur un écran, donc c'est une image réelle.

2°/ Position de l'image finale $\overline{A'B'}$

On écrit la relation de conjugaison avec origine au sommet S_2 pour le miroir sphérique M_2:

$$\frac{1}{\overline{S_2A_1}} + \frac{1}{\overline{S_2A'}} = \frac{2}{\overline{S_2C_2}} = \frac{2}{R}$$

1 point

d'où :

$$\overline{S_2A'} = \frac{\overline{S_2C_2} \cdot \overline{S_2A_1}}{2\overline{S_2A_1} - \overline{S_2C_2}} = \frac{R \cdot \overline{S_2A_1}}{2\overline{S_2A_1} - R} = +\frac{1}{3} = 0{,}33\ m$$

Grandissement linéaire du miroir M_2

on a:

$$\gamma_2 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = -\frac{\overline{S_2A'}}{\overline{S_2A_1}} = \frac{\overline{S_2C}}{\overline{S_2C} - 2\overline{S_2A_1}} = \frac{1}{3} = 0{,}33$$

L'image finale $\overline{A'B'}$ est virtuelle.

Grandissement linéaire total γ de ce système optiq

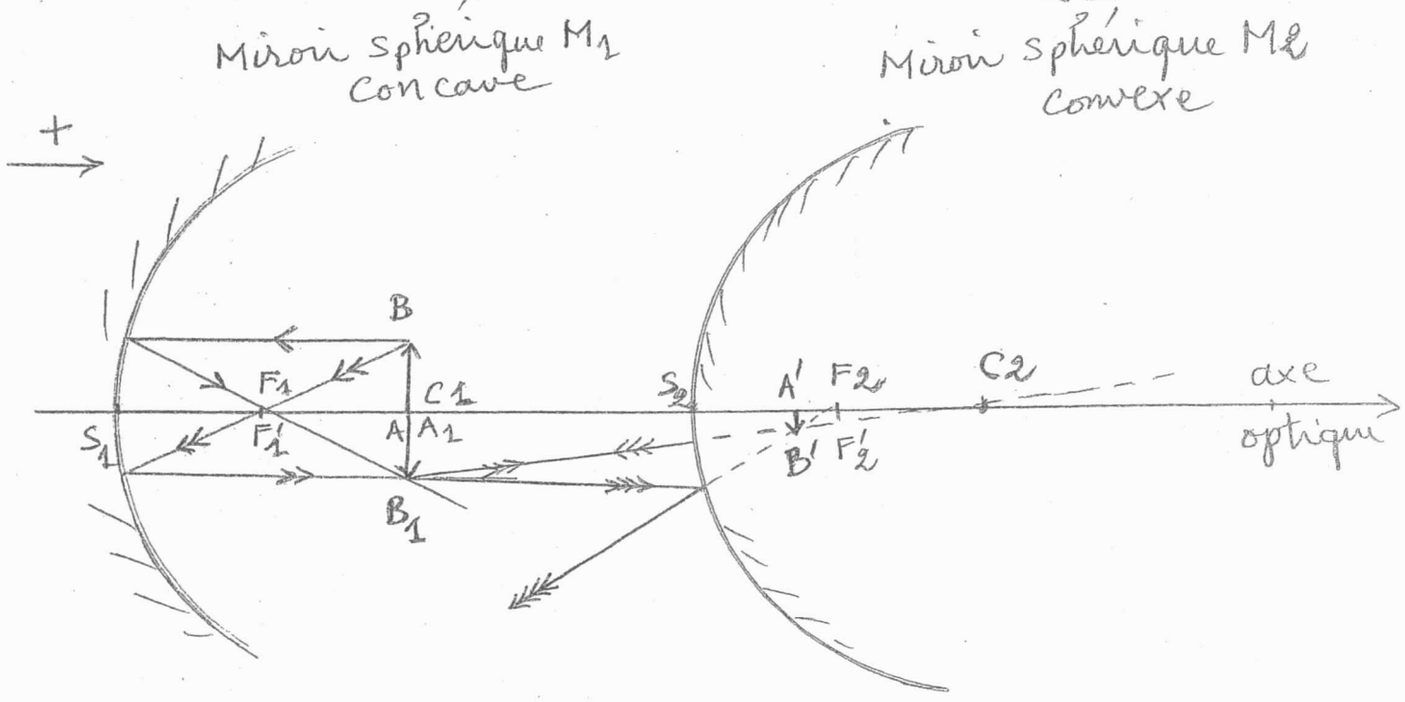
$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} \times \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \gamma_2 \cdot \gamma_1 = -\frac{1}{3} = -0{,}33$$

γ est négatif, donc l'image finale $\overline{A'B'}$ est renversée

Elle se trouve à 0,33 m du sommet S_2.

3°/ Construction géométrique

(2 points)



Faculté des sciences Dhar El Mehraz **Samedi 12 Juin 2010**

Département de Physique

Fes

EXAMEN D'OPTIQUE GEOMETRIQUE (S2)

Filières SMP,SMC , SMA, SMI.

(Durée 1h30)

EXERCICE N°1

Deux milieux homogènes transparent et isotropes d'indices n et n'(n > n'), sont séparés par une surface plane (Σ) perpendiculaire à l'axe optique en H (**figure1**).

Un point lumineux A' situé sur l'axe optique dans le milieu homogène d'indice n', constitue l'image d'un point objet A situé sur l'axe et dans un milieu d'indice n.

On pose $x = \overline{HA}$ et $x' = \overline{HA'}$

1°) Déterminer la position du point A' sur le schéma.

2°) Montrer que dans les conditions de l'approximation de Gauss on obtient la relation :

$$\frac{n}{x} = \frac{n'}{x'}$$

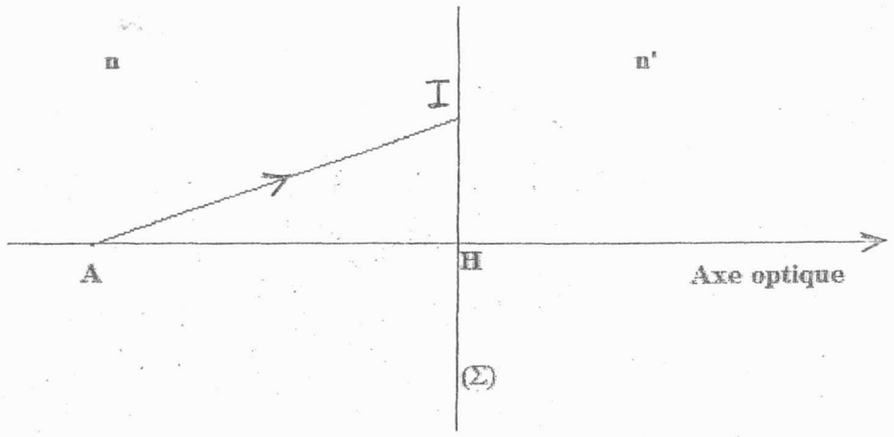


Figure 1

EXERCICE N°2

Une lentille L convergente en verre d'indice n_2 est limitée par deux dioptres sphériques, notés 1 et 2, de centres C_1 et C_2 et dont les rayons respectifs R_1 et R_2 sont tels que : $|R_1| = |R_2| = R$. La lentille est un élément d'une paroi séparant deux compartiments, l'un rempli d'eau d'indice n_1, l'autre contenant de l'air d'indice n_3 (**figure2**).

Un objet réel A_1B_1, de longueur 10 mm, est placé dans l'eau, à 20 cm du centre optique O de la lentille. Les conditions de Gauss sont respectées. Le dioptre sphérique de sommet S_1 donne de cet objet une image A_2B_2, et celui de sommet S_2 donne de l'objet A_2B_2 une image A_3B_3.

1°) a-Ecrire la relation de conjugaison pour le dioptre 1 de sommet S_1 entre les points conjugués A_1 et A_2 (situés sur l'axe optique).

b-Exprimer la relation de conjugaison pour le dioptre 2 de sommet S_2 entre les points conjugués A_2 et A_3.

2°) a- La lentille L est **mince** : on confond S_1, S_2 et O, le centre optique de la lentille. La lentille L donne d'un point objet A_1 un point image A_3. On pose $p = \overline{OA_1}$ et $p' = \overline{OA_3}$.

Calculer $\frac{n_1}{p} - \frac{n_3}{p'}$ et déterminer la relation de conjugaison de la lentille entre les points A_1 et A_3. Cette relation ne doit contenir que les seules constantes n_1, n_2, n_3, R et les variables p et p'.

b- Calculer les distances focales objet f et image f' de L.

c- Calculer la position p' de l'image A_3B_3.

3°) a- Calculer le grandissement linéaire $\gamma = \frac{A_3B_3}{A_1B_1} = \gamma_1 \cdot \gamma_2$ où γ_1 et γ_2 sont les grandissements correspondant respectivement aux dioptres 1 et 2.

b- Déterminer la taille de l'image A_3B_3.

Application numérique : On donne $n_1 = 1.325$; $n_2 = 1.500$; $n_3 = 1.000$; $R = 0.25$m.

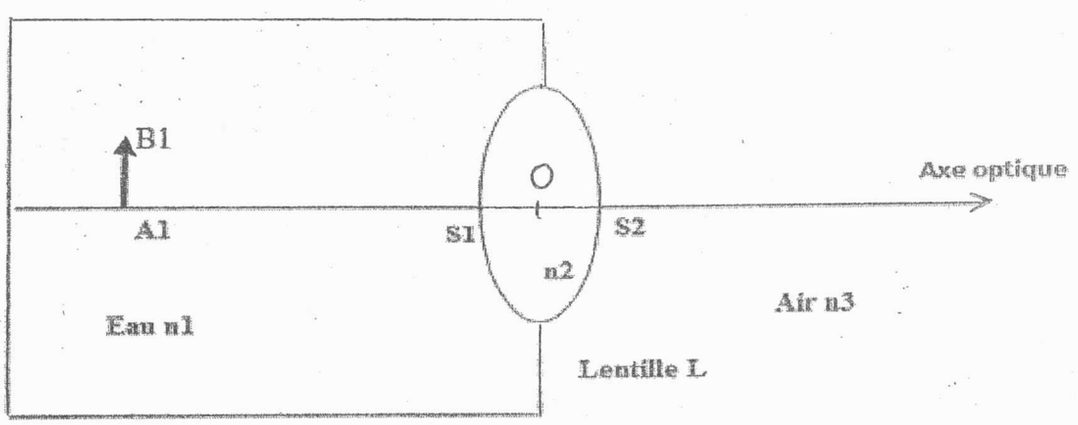


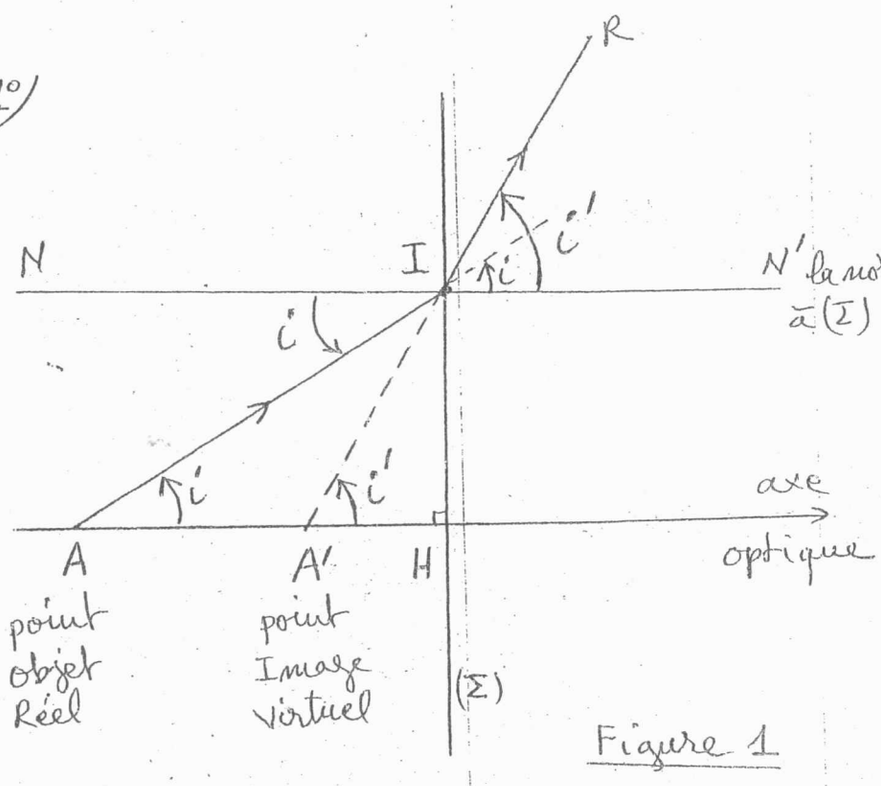
Figure2

Solution de l'examen d'optique géométrique — 12 juin 2010

EXERCICE N° 1

On désigne par i l'angle d'incidence, et par i' l'angle de réfraction et par NN' la normale au dioptre plan (Σ) au point d'incidence I.

1°)



1 point

Figure 1

Au point d'incidence I, la loi de Descartes s'écrit :

$$n \sin i = n' \sin i'$$

1 point

$$\Rightarrow \frac{n}{n'} = \frac{\sin i'}{\sin i}$$

Comme $n > n' \Rightarrow \frac{n}{n'} > 1 \Rightarrow \frac{\sin i'}{\sin i} > 1$

$\Rightarrow \quad i' > i$

1 point

Donc le rayon lumineux se réfracte en s'éloignant de la normale à la surface (Σ).

L'image A' du point objet A sera l'intersection du prolongement de la direction du rayon réfracté avec l'axe optique principal.

1 point

2°/ Dans les triangles rectangles AHI et A'HI on a :

$$\left.\begin{aligned} \overline{HI} &= \overline{AH}\, tg i \\ \text{et } \overline{HI} &= \overline{A'H}\, tg i' \end{aligned}\right\} \Rightarrow \overline{HA}\, tg i = \overline{HA'}\, tg i' \quad (1)$$

1 point

La loi de Descartes au pt I s'écrit :

$$n \sin i = n' \sin i' \quad (2)$$

Dans les conditions de l'approximation de Gauss, les angles i et i' sont faibles

$\Rightarrow tg i \simeq \sin i \simeq i$ et $tg i' \simeq \sin i' \simeq i'$

1 point

Les relations ① et ② deviennent :

$$\left.\begin{aligned} \overline{HA}\, i &= \overline{HA'}\, i' \\ \text{et} \quad n i &= n' i' \end{aligned}\right\}$$ (1 point)

$$\Rightarrow n \frac{\overline{HA'}}{\overline{HA}} i' = n' i'$$

$$i' \neq 0 \Rightarrow \frac{n}{\overline{HA}} = \frac{n'}{\overline{HA'}} \qquad \text{or} \quad \overline{HA} = x \text{ et } \overline{HA'} = x'$$

d'où : $\dfrac{n}{x} = \dfrac{n'}{x'}$ (1 point)

EXERCICE N°2

1°)

a- La relation de conjugaison pour le dioptre 1 de sommet S_1 s'écrit :

$$\frac{n_1}{\overline{S_1A_1}} - \frac{n_2}{\overline{S_1A_2}} = \frac{n_1 - n_2}{\overline{S_1C_1}} = \frac{n_1 - n_2}{R}$$ (1 point)

b- La relation de conjugaison pour le dioptre 2 de sommet S_2 s'écrit :

$$\frac{n_2}{\overline{S_2A_2}} - \frac{n_3}{\overline{S_2A_3}} = \frac{n_2 - n_3}{\overline{S_2C_2}} = \frac{n_2 - n_3}{-R}$$ (1 point)

2°)

a- Avec les notations de l'énoncé et $S_1 = S_2 = O$, les relations de conjugaison précédentes s'écrivent :

$$\frac{n_1}{P} - \frac{n_2}{\overline{OA_2}} = \frac{n_1 - n_2}{R}$$

1 point

$$\frac{n_2}{\overline{OA_2}} - \frac{n_3}{P'} = \frac{n_2 - n_3}{-R}$$

1 point

On fait la somme membre à membre de ces deux expressions, on obtient la relation de conjugaison de la lentille :

$$\frac{n_1}{P} - \frac{n_3}{P'} = \frac{n_1 - 2n_2 + n_3}{R}$$

1 point

b- La distance focale objet $f = \overline{OF}$ est égale à $p = \overline{OA_1}$ lorsque l'image est renvoyée à l'infini ($P' = \infty$). La relation de conjugaison donne alors :

$$\frac{n_1}{f} = \frac{n_1 - 2n_2 + n_3}{R}$$

soit

$$f = \frac{n_1 \cdot R}{n_1 - 2n_2 + n_3}$$

1 point

Application numérique :

on trouve $f = \overline{OF} = -0,49\ m$ (0,5 point)

La distance focale image $f' = \overline{OF'}$ st égale à $p' = \overline{OA_3}$ lorsque l'objet est à l'infini ($p = \infty$). La relation de conjugaison s'écrit donc :

$$-\frac{n_3}{f'} = \frac{n_1 - 2n_2 + n_3}{R}$$

soit :

$$f' = \frac{n_3 R}{2n_2 - n_1 - n_3}$$ (1 point)

Application numérique :

On trouve $f' = \overline{OF'} = 0,37\ m$ (0,5 point)

C – On peut donc exprimer la relation de conjugaison en fonction de f : $\frac{n_1}{p} - \frac{n_3}{p'} = \frac{n_1}{f}$

On en déduit la position $p' = \overline{OA_3}$ de l'image $\overline{A_3B_3}$, connaissant la position de l'objet $\overline{A_1B_1}$:

$$p' = \overline{OA_3} = \frac{n_3}{n_1} \frac{f \cdot p}{(f - p)}$$ (1 point)

Application numérique

on trouve $p' = \overline{OA_3} = -0,255\ m$ (0,5 point)

3°)

a- Le grandissement linéaire γ des deux dioptres sphériques se déduit des grandissements γ_1 et γ_2 :

on a :

$$\gamma_1 = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{\overline{OA_2}}{\overline{OA_1}} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{\overline{OA_2}}{p}$$

et

$$\gamma_2 = \frac{\overline{A_3B_3}}{\overline{A_2B_2}} = \frac{n_2}{n_3} \cdot \frac{\overline{OA_3}}{\overline{OA_2}} = \frac{n_2}{n_3} \cdot \frac{p'}{\overline{OA_2}}$$

d'où :

$$\gamma = \frac{\overline{A_3B_3}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{\overline{A_3B_3}}{\overline{A_2B_2}} \cdot \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = \gamma_2 \cdot \gamma_1$$

$$\gamma = \frac{n_1}{n_3} \cdot \frac{p'}{p} = \frac{f}{f-p}$$

(1 point)

Application numérique :

On trouve : $\gamma = +1,69$ (0,5 point)

b- La taille de l'image $\overline{A_3B_3}$ est égale à :

$$\overline{A_3B_3} = \gamma \cdot \overline{A_1B_1} = \left(\frac{f}{f-p}\right) \overline{A_1B_1}$$

(0,5 point)

Application numérique :

On trouve $\overline{A_3B_3} = 16,9$ mm (0,5 point)

Remarque :

$\gamma > 1 \Rightarrow$ la taille de l'image est plus grande que l'objet donc cette lentille joue le rôle d'une loupe.

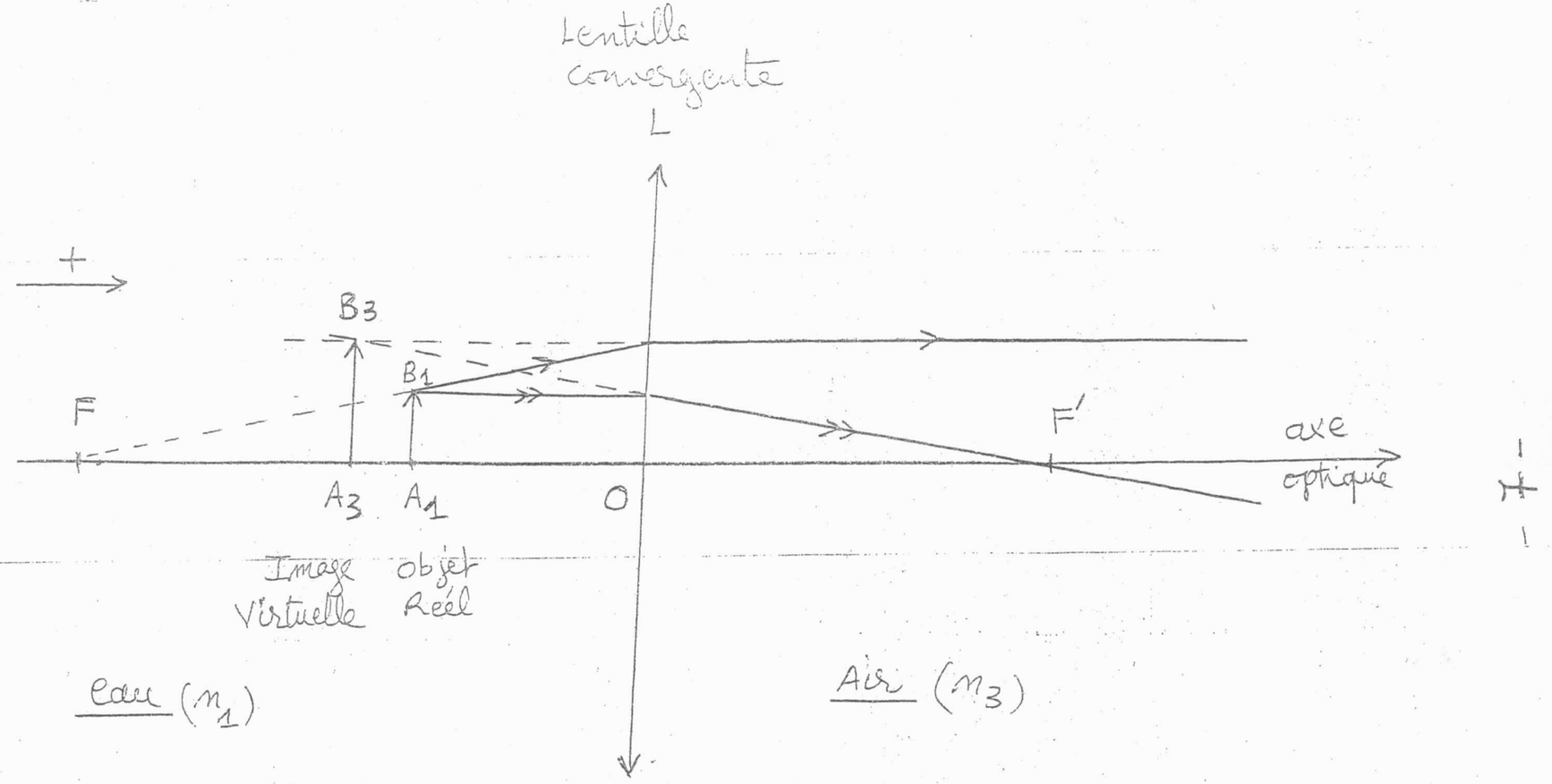

Lentille convergente
L
+
B3
B1
F
F'
axe optique
A3
A1
O
Image Virtuelle
objet Réel
eau (n_1)
Air (n_3)

Figure 2

Faculté des sciences Dhar El Mehraz-Fes **Mardi 6 Juillet 2010**

Département de Physique

EXAMEN DE RATTRAPAGE D'OPTIQUE GEOMETRIQUE (S2)

Filières SMP,SMC , SMA, SMI.

(Durée 1h30)

EXERCICE N° 1

On considère un dioptre sphérique de distance focale objet $\overline{SF} = f$ et distance focale image $\overline{SF'} = f'$, sépare deux milieux transparents et homogènes d'indices de réfraction respectifs n et n'. On donne $\overline{SF} = f = -15cm$; $\overline{SF'} = f' = 20cm$ et $n = 1$.

1- Calculer l'indice de réfraction n' et le rayon de courbure $R = \overline{SC}$ du dioptre.
2- Un objet AB est placé en A sur l'axe optique telle que $\overline{FA} = -10cm$.
   a- Calculer $\overline{F'A'}$ la position de l'image.
   b- Calculer le grandissement linéaire γ.
   c- Déterminer la nature et les dimensions de l'image A'B' d'un objet AB de 2cm de longueur.
3– Déterminer par rapport au sommet S du dioptre sphérique, la position de deux points conjugués pour lesquels le grandissement linéaire $\gamma = -1$.

EXERCICE N° 2

On place un miroir plan à une distance D derrière une lentille mince convergente de distance focale $f' = \overline{OF'}$; le miroir se trouve positionné perpendiculairement à l'axe optique de la lentille. Un objet AB de petite taille est placé sur l'axe optique entre l'infini et le foyer principal objet F de la lentille (figure1). Cette lentille donne de l'objet AB qui est perpendiculaire à l'axe optique, une image A_1B_1 avec un grandissement linéaire γ_1 et, le miroir plan donne de l'objet A_1B_1 une image A_2B_2 avec un grandissement γ_2 et, enfin la lentille donne de l'objet A_2B_2 une image finale A'B' avec un grandissement γ_3.

On pose $p = \overline{OA}$ et $D = \overline{OS}$.

1°) Complétez la figure 1 en construisant les images A_1B_1 ; A_2B_2 et A'B'.

2°) Etablir les expressions de la position $\overline{OA_1}$ et du grandissement γ_1 en fonction de p et f'. Quelle est la valeur du grandissement γ_2 ?

3°) Etablir les expressions de $\overline{OA_2}$; $\overline{OA'}$ et γ_3 en fonction de p, D et f'.

4°) Dans quelle condition l'image A'B' donnée par le système peut-elle être recueillie dans le même plan que l'objet AB ?

Joignez cette feuille à votre copie d'examen

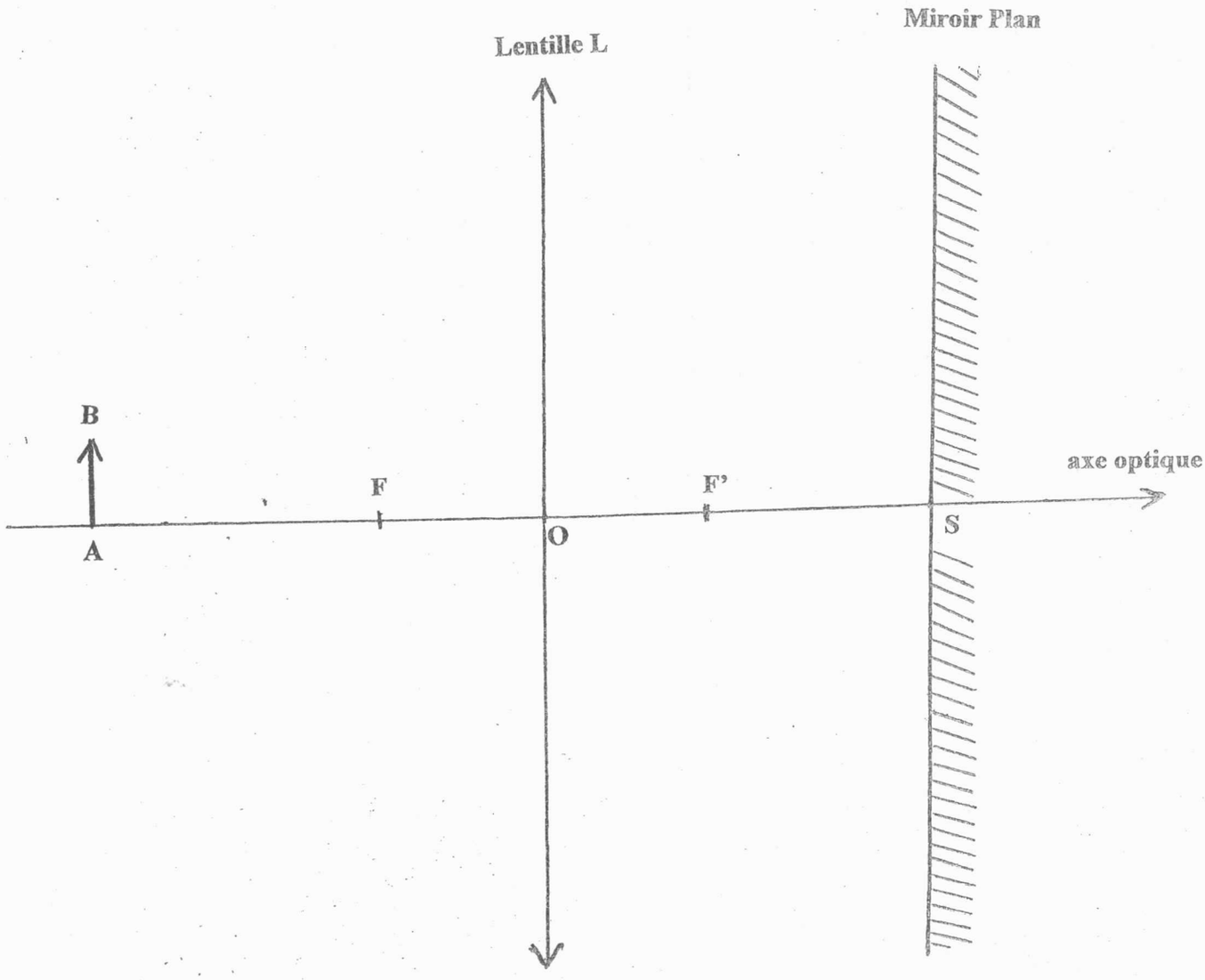


Figure1

Solution de l'examen d'optique géométrique
Session de rattrapage

Le 06/07/2010

EXERCICE N° 1

1°/ L'indice de réfraction n'

La relation entre les distances focales objet f et image f' s'écrit :

$$\frac{f}{f'} = -\frac{n}{n'} \Rightarrow \boxed{n' = -n\frac{f'}{f}}$$ (0,5 point)

Application numérique :

$$\boxed{n' = \frac{4}{3} \simeq 1,33}$$ (0,5 point)

Le rayon de courbure du dioptre

On a : $f + f' = R$

$$\Rightarrow \boxed{R = \frac{n - n'}{n} f} \text{ ou } \boxed{R = \frac{n' - n}{n'} f'}$$ (0,5 point)

Application numérique :

$$\boxed{R = \overline{SC} = 5\,cm = 0,05\,m}$$ (0,5 point)

2°/ a- La position de l'image

La relation de NEWTON s'écrit :

$$\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = f \cdot f' \Rightarrow \boxed{\overline{F'A'} = \frac{f \cdot f'}{\overline{FA}}}$$ (1 point)

Application numérique : $\boxed{\overline{F'A'} = 30cm = 0,3m}$ (0,5 point)

b- Le grandissement linéaire γ

On a : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = -\frac{f}{\overline{FA}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'}$ (1 point)

Application numérique :

$\boxed{\gamma = -1,5}$ (0,5 point)

C- La nature de l'image A'B'

on a $\gamma = -1,5$

$\Rightarrow$ $\gamma < 0 \Rightarrow$ l'image A'B' est renversée. (0,5 point)

$|\gamma| = 1,5 > 1 \Rightarrow$ l'image est plus grande que l'objet AB. (0,5 point)

Les dimensions de l'image A'B'

on a $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \Rightarrow \boxed{A'B' = \gamma \cdot AB}$ (0,5 point)

Application numérique :

$$\boxed{\overline{A'B'} = -3\,cm = -0{,}03\,m}$$ (0,5 point)

3°/ La relation de conjugaison du dioptre sphérique, en prenant l'origine au sommets, s'écrit :

$$\frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}} = \frac{n'-n}{\overline{SC}} \quad (1)$$ (0,5 point)

et on a : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n}{n'}\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$

si $\gamma = -1 \Rightarrow \frac{n}{n'}\cdot\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -1$

$$\Rightarrow \boxed{\overline{SA'} = -\frac{n'}{n}\overline{SA}}$$ (1 point)

$\Rightarrow$ La relation (1) devient en remplaçant $\overline{SA'}$ par $-\frac{n'}{n}\overline{SA}$:

$$\frac{n'}{-\frac{n'}{n}\overline{SA}} - \frac{n}{\overline{SA}} = \frac{n'-n'}{\overline{SC}}$$

$$\Rightarrow -\frac{2n}{\overline{SA}} = \frac{n'-n}{\overline{SC}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\begin{aligned}\overline{SA} &= \frac{2n}{n-n'}\overline{SC} = 2\overline{SF} \\ \overline{SA'} &= -\frac{n'}{n}\overline{SA} = \frac{2n'}{n'-n}\overline{SC} = 2\overline{SF'}\end{aligned}}$$ (1 point)

Application numérique :

$$\boxed{\begin{aligned}\overline{SA} &= -30\,cm = -0{,}3\,m \\ \overline{SA'} &= 40\,cm = 0{,}4\,m\end{aligned}}$$ (0,5 point)

EXERCICE N°2

1°/ construction géométrique des images A_1B_1, A_2B_2 et $A'B'$.

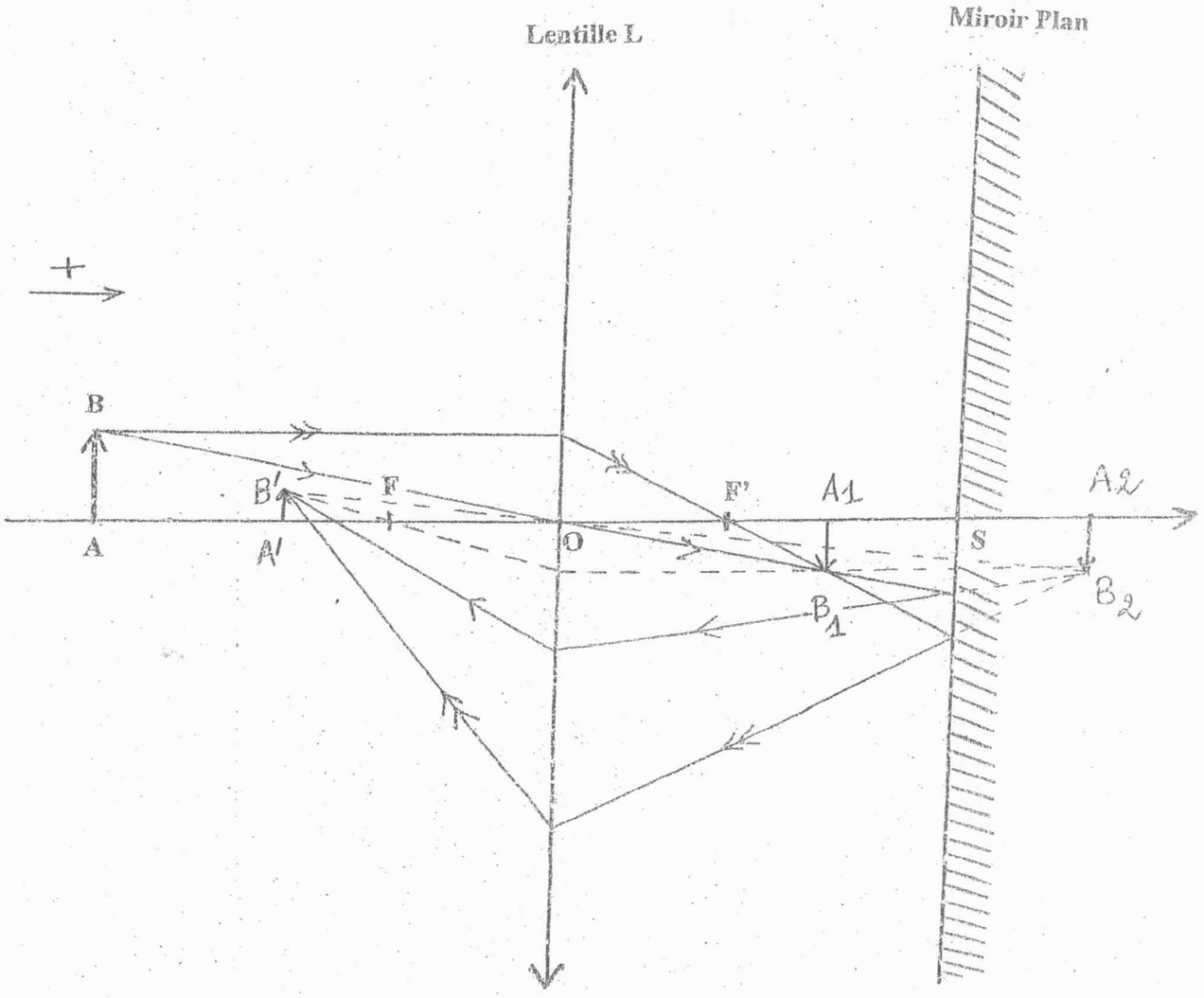


Figure1

(1,5 point)

2°/ Position $\overline{OA_1}$ de l'image $\overline{A_1B_1}$:

On a la relation de conjugaison de la lentille :

$$\frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

d'où :

$$\boxed{\overline{OA_1} = \frac{\overline{OA} \cdot f'}{\overline{OA} + f'} = \frac{p \cdot f'}{p + f'}}$$

(1 point)

Le grandissement linéaire γ_1 est égale à :

$$\boxed{\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}} = \frac{f'}{\overline{OA} + f'} = \frac{f'}{p + f'}}$$

(1 point)

Le grandissement linéaire γ_2 du miroir plan est égale à 1 :

$$\boxed{\gamma_2 = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = 1}$$

(1 point)

3°/ Expression de la position $\overline{OA_2}$

On a : $\overline{OA_2} = \overline{OS} + \overline{SA_2}$ (Relation de Chasles).

$= D + \overline{SA_2}$

or $\overline{SA_2} = -\overline{SA_1}$ (A_1 et A_2 points conjugués du miroir plan).

donc $\overline{OA_2} = D - \overline{SA_1}$

$= D - (\overline{SO} + \overline{OA_1})$

$$\overline{OA_2} = D - (-D + \overline{OA_1})$$

$$\overline{OA_2} = 2D - \overline{OA_1} \quad \text{on sait que} \quad \overline{OA_1} = \frac{P \cdot f'}{P + f'}$$

d'où :

$$\boxed{\overline{OA_2} = 2D - \frac{P \cdot f'}{P + f'}}$$

(1,5 point)

Expression de la position $\overline{OA'}$ de l'image $A'B'$:

A' est l'image de A_2 à travers la lentille, le principe de retour inverse de la lumière donne :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA_2}} = -\frac{1}{f'}$$

d'où

$$\overline{OA'} = \frac{\overline{OA_2} \cdot f'}{f' - \overline{OA_2}} \quad \text{avec} \quad \overline{OA_2} = 2D - \frac{Pf'}{P+f'}$$

Soit :

$$\boxed{\overline{OA'} = \frac{2Df'(P+f') - P \cdot f'^2}{(f' - 2D)(P+f') + P \cdot f'}}$$

(1,5 point)

Le grandissement linéaire γ_3 est égale à :

$$\gamma_3 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_2B_2}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA_2}} = \frac{f'}{f' - \overline{OA_2}}$$

$$\boxed{\gamma_3 = \frac{f'}{f' - 2D + \frac{Pf'}{P+f'}}}$$

(1 point)

4°) Lorsque l'objet est dans le plan focal objet de la lentille, le faisceau issu de A (figure a) émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique. La réflexion du faisceau sur le miroir les transforme en un faisceau toujours parallèle à l'axe optique mais se propageant dans le sens opposé. Ce faisceau rencontre à nouveau la lentille et converge par définition, au point focal image (qui correspond au point focal objet pour la propagation dans l'autre sens).

La figure b, montre la construction de l'image B' de B.

1,5 point

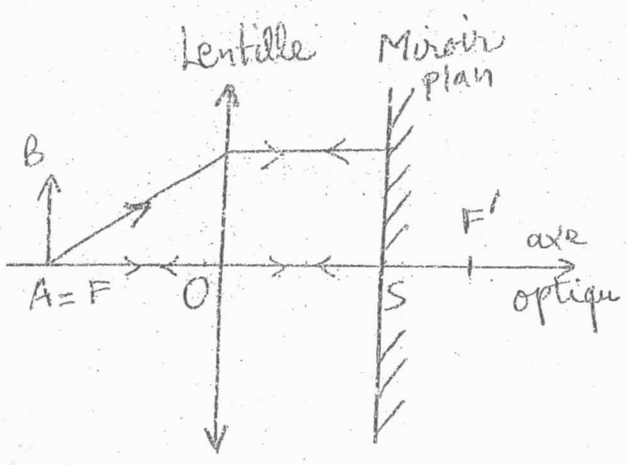


Figure a.

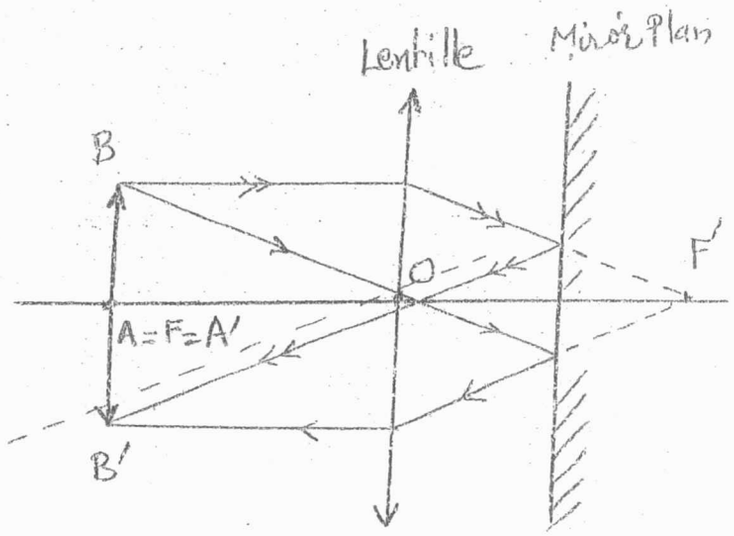


Figure b